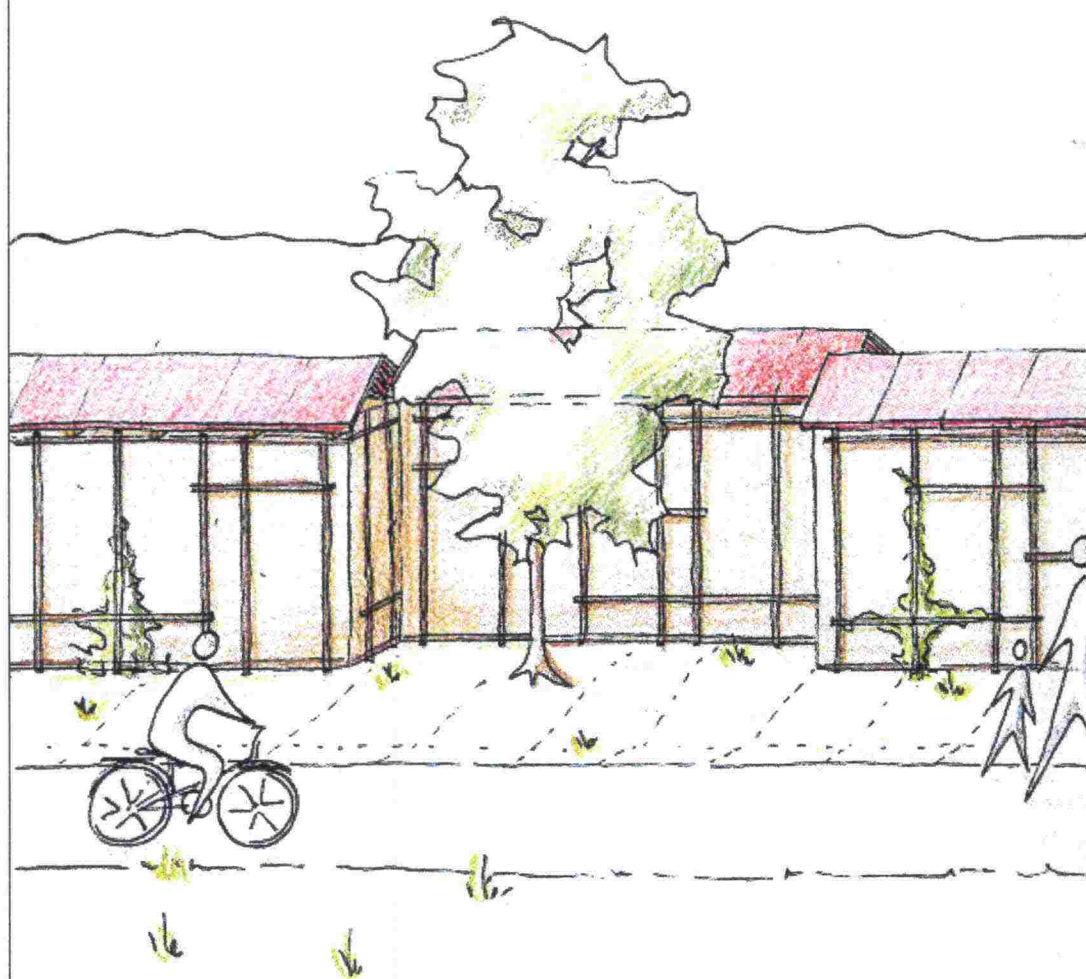




Tielaitos

## Olkirakenteisen meluesteen kehittäminen



1996

Uudenmaan  
tiepiiri  
LTT-Group Oy

08 TIELAITOS

## ALKUSANAT

Liikenneväylien ympäristörakenteiden kehittäminen on osa kuluvan ympäristövuoden toimintaa. Uusien luonnonmukaisten ja edullisten rakennusmateriaalien etsiminen ja kehittäminen lisää mahdollisuuksia hoitaa tieympäristöä ja parantaa esiintulevia ongelmia.

Uudenmaan tiepiirin toimeksiannosta on talven 1996 aikana laadittu selvitys olkimateriaalin soveltuvuudesta melusteiden rakennusaineeksi. Työssä on jo valmiiden koerakenteiden perusteella kehitetty eri vaihtoehtoja meluesteen rakentamiseksi. Uusilla rakenneratkaisuilla on etsitty soveltuvia käyttökohteita. Vaihtoehdoille on myös laadittu alustavat kustannusarviot.

Suunnittelutyötä on valvonut DI Ilpo Muurinen Uudenmaan tiepiiristä. Suunnittelusta ovat vastanneet LTT-Group Oy:ssä DI Reijo Lehtisen johdolla DI Tapio Syrjänen, ins. Taina Kuparinen ja arkk. Anna-Maria Niilo-Rämä.

Suunnitelmassa käytetyt päällystetyt olkirakenteet on suojattu patentti- ja rekisterihallituksen myöntämällä hyödyllisyysmallilla n:o 208.

2131



## TIIVISTELMÄ

Maatalouden sivutuotteena syntyvälle olkimateriaalille on vuosien kuluessa kehitetty erilaisia käyttötapoja rakennusaineena. Materiaalista on valmistettu koekohteita (vapaa-ajan rakennus, raja-aita, varastorakennus, laavu), joissa olki on osoittanut käyttökelpoisuutensa ja edullisuutensa.

Liikenneväylien ympäristörakenteena on ensimmäisenä aloitettu olkipaaleista koottavan meluesteen kehittäminen. Työn tavoitteena on suunnitella olkipaalirakenteinen melueste, jonka rakentaminen on nopeaa ja helppoa ja joka on hinnaltaan selvästi nykyisin käytössä olevia ratkaisuja edullisempi.

Olkimateriaalin ääneneristävyyden määrittelemiseksi tehtiin alustavat melumittaukset jo valmiilla koerakenteella sekä olkipaaleista kasatuilla esteillä. Mittaukset osoittivat, että materiaali vaimensi melua 20-40 dB esteen paksuudesta ja pintamateriaalista riippuen. Esimerkiksi 0,8 m:n paksuinen ja 2,2 m korkea paaleista koottu este vaimensi noin 30 dB testimelua äänilähteen ollessa 7 m:n etäisyydellä aidan takana ja mittauslaite 2 m:n etäisyydellä esteestä.

Olkirakenteisen meluesteen perustamisvaihtoehtoja ovat sora-arina, puuarina, maanvarainen laattaperustus, pilari- tai putkipaaluperustus sekä teräsluovut. Meluesteen runkomateriaalina voidaan käyttää puuta tai terästä.

Meluesteissä olkea voidaan käyttää pinnoittamattomana. Pintaa voidaan elävöittää rimoituksella, mikä on helppo rakentaa. Pinnoittamaton vaihtoehto soveltuu parhaiten kohteisiin, joissa aurauksimet eivät lennä esteeseen saakka sekä esteiden kevytliikenteen väylän tai asutuksen puoleiselle sivulle.

Olkipaalirakenne voidaan pinnoittaa betonilla tai savilaastilla. Betonin tartuntapinnaksi soveltuu aallotettu teräsluov. Jatkossa pyritään kokeilemaan myös betonin ruiskutusta suoraan olkipintaan.

Meluesteet vaativat useimmissa tapauksissa katteen. Kate hidastaa pinnoittamattoman oljen lahoamista sekä antaa myös pinnoitetuille esteille huoltelumman ulkoasun. Katteena voidaan käyttää huopaa, betonitiiltä tai peltiä.

Olkipaalirakenteisten meluesteiden rakennevaihtoehtoja ovat terassivalli, kehikkorakenteinen aita, ruiskubetonoitu tai savilaastipintainen aita sekä pyörö- ja kanttipaaleista koottu valli. Terassivalli kootaan paaleista latomalla niitä limittäin, jolloin saadaan kestävä rakenne. Kehikkorakenteisessa aidassa paalit kasataan aidan muotoon ja sen sivuille asennetaan tueksi harva puukehikko. Pyörö- ja kanttipaaleja yhdistelemällä saadaan moni-ilmeisiä rakenneratkaisuja, jotka voidaan kasata suoraan maahan.

Olkirakenteisen meluesteen jatkokehittelyn tärkeimpiä ratkaistavia kysymyksiä ovat paalien mädäntymisen estäminen, ääneneristävyyden tarkka määrittäminen sekä paalien pinnoittamiseen käytettävien ratkaisujen toimivuus. Tämän selvityksen pohjalta on myös käynnistetty ensimmäisen meluestekohteen yleissuunnittelu Järvenpään Pohjoisväylän varrelle.



ALKUSANAT  
TIIVISTELMÄ

SISÄLTÖ

1. HANKEKUVAUS JA TAVOITTEET .....	1
2. TAUSTASELVITYKSET .....	1
2.1 Aikaisemmat suunnitelmat ja selvitykset .....	1
2.2 Materiaali .....	2
2.21 Materiaalina olki .....	2
2.22 Heinä, vaihtoehtoinen materiaali .....	2
2.23 Paalit .....	3
2.3 Materiaalin äänen eristävyys .....	4
2.31 Olkipaalirakenteiden alustavat melumittaukset .....	4
2.311 Päälystämätön olkirakenne .....	4
2.312 Päälystetty olkirakenne .....	4
2.32 Tulokset .....	4
2.4 Periaatevaihtoehdot .....	7
3. MELUESTEEN RAKENNEVAIHTOEHDOT .....	7
3.1 Perustus .....	7
3.11 Sora-arina .....	7
3.12 Puu-arina .....	7
3.13 Maanvarainen laattaperustus .....	9
3.14 Pilariperustus .....	10
3.15 Putkipaaluperustus .....	10
3.16 Putkijohtoarina .....	10
3.2 Runko .....	12
3.21 Puurunko .....	12
3.22 Teräsrunko .....	12
3.3 Täyte .....	12
3.4 Pinta .....	13
3.41 Pinnoittamaton .....	13
3.42 Rimoitus .....	13
3.43 Ruiskubetonointi .....	13
3.44 Savilaasti .....	13
3.5 Kate .....	14
3.51 Huopakate .....	14
3.52 Betonitiilikate .....	14
3.53 Peltikate .....	14
4. VAIHTOEHTOJEN VERTAILU .....	14
4.1 Melustevaihtoehdot .....	14
4.11 Terassivalli .....	15
4.12 Kehikkorakenteinen meluseinä .....	16
4.13 Ruiskubetonoitu meluseinä .....	16
4.14 Savipinnoitteinen meluseinä .....	17
4.15 Pyörö- ja kanttipaalivalli .....	17
4.2 Meluvallin valinta sijoituspaikan mukaan .....	18
4.3 Kustannukset .....	18
5. JATKOTOIMENPITEET .....	20

## KUVALUETTELO

1. Olkipaaleista rakennettu raja-aita	1
2. Betonipäällysteinen laavu	2
3. Kantti- ja pyöröpaali	3
4. Melumittaukset, olkipaaliaita	5
5. Melumittaukset, laavu, rakennus	6
6. Puuarina	9
7. Arina A	11
8. Arina B	11
9. Meluesteen korkeuden vaikutus kustannuksiin	18

## TAULUKKOLUETTELO

1. Muunneltavuus	8
2. Meluvallin valinta sijoituspaikan mukaan	18
3. Meluesteen metrikustannus	19
4. Meluseinän korkeuden vaikutus kustannuksiin	19

## LIITTEET

1. Katevaihtoehdot
- 2.-8. Meluestevaihtoehdot

## 1. HANKEKUVAUS JA TAVOITTEET

Tieympäristön parantamistoimenpiteet ovat tärkeä osa tielaitoksen toimintaa lähitulevaisuudessa. Käytettävissä olevien määrärahojen supistuessa on etsittävä uusia, edullisempia ratkaisuja esiintyvien ongelmien poistamiseksi. Samalla on otettava huomioon ekologiset kysymykset entistä tarkemmin.

Maatalouden sivutuotteena syntyville olkipaaleille on kehitetty viime vuosina uusia käyttötarkoituksia rakentamisessa. Kokeilun laajentaminen myös liikenneväylien ympäristörakenteisiin on tullut esille syksyllä 1994 järjestetyn Rauman meluestekilpailun myötä.

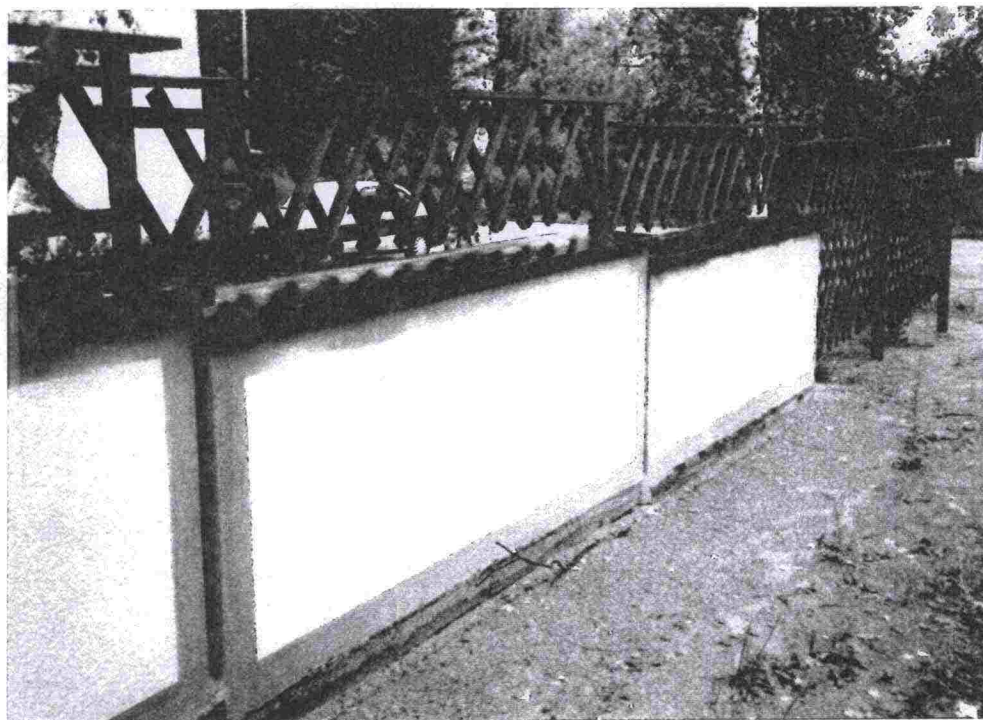
Työn tavoitteena on ollut suunnitella olkipaalirakenteinen melueste, jonka rakentaminen on helppoa, nopeaa ja edullista. Melueste on pyritty saamaan mahdollisimman yksinkertaiseksi rakenteeltaan, perustamistavaltaan sekä kuivatusjärjestelyiltään.

## 2. TAUSTASELVITYKSET

### 2.1 Aikaisemmat suunnitelmat ja selvitykset

Tapani Marjamaa on käyttänyt olkea rakennusmateriaalina erilaisissa kohteissa. Hän on rakentanut mökin, joka on valmistunut elokuussa 1989, Oriveden Vihasjärven kylään Eräjärven rannalle. VTT on tutkinut rakennetun seinän toimivuuden ulkoseinärakenteena.

Marjamaa on rakentanut olkipaaleista raja-aidan omaan pihaansa (kuva 1). Aita on perustettu vanhojen ratapölkkyjen päälle ja pinnoitettu savilaastilla. Aita on ollut pystyssä kahden talven yli ilman vaurioita. Hän on käyttänyt olkirakennetta myös betonipäälylstetyssä laavussa (kuva 2).



Kuva 1. Olkipaaleista rakennettu raja-aita





Kuva 2. Betonipäällysteinen laavu

## 2.2 Materiaali

### 2.21 Materiaalina olki

Maatalouden sivutuotteena syntyvää olkea voidaan käyttää rakennusmateriaalina rakennettaessa liikenneväylille meluesteita. Paalit ovat halpoja, niiden saatavuus hyvä ja niistä on helppo rakentaa.

Nykyään olkea käytetään pääasiassa eläinten kuivikkeena ja rehuna. Suurin osa oljesta silputaan ja jätetään keräämättä pelloilta. Jos kysyntää olisi, viljelijät paalaisivat oljet.

Viljan tuottajia sijaitsee ympäri Suomea. Meluntorjuntakohteen läheisyydessä sijaitsevan tilan kanssa voidaan tehdä sopimus olkien paalaamisesta etukäteen, jolloin varmistetaan lyhyet kuljetusmatkat. Tiedon lähimmästä viljatilasta saa kunnan maataloustoimistosta. Viljelijän on ilmoitettava (tänä vuonna 15.5.1996 mennessä) oman kuntansa maataloustoimistoon pinta-alat ja viljalajikkeet, mitä aikoo vuoden aikana viljellä.

### 2.22 Heinä, vaihtoehtoinen materiaali

Nykyisin on maatiloilla pakkokesannointia pelloilla, jotka ovat pääsääntöisesti heinällä. Kesannoinnista maksetaan viljelijälle korvaus. Kesantopeltojen satoa ei saa käyttää tuotantoon. Pirkanmaan maaseutukeskuksen suositus on, että heinät kaadetaan. Heiniä ei saa myydä, mutta ne saa antaa ilman korvausta. Viljelijä voi antaa luvan kerätä heinät kesantopelloilta ilman korvausta. Kesantoheinien myynnistä esim. meluaitamateriaaliksi pitäisi tehdä ehdotus MTK-valiokuntaan.



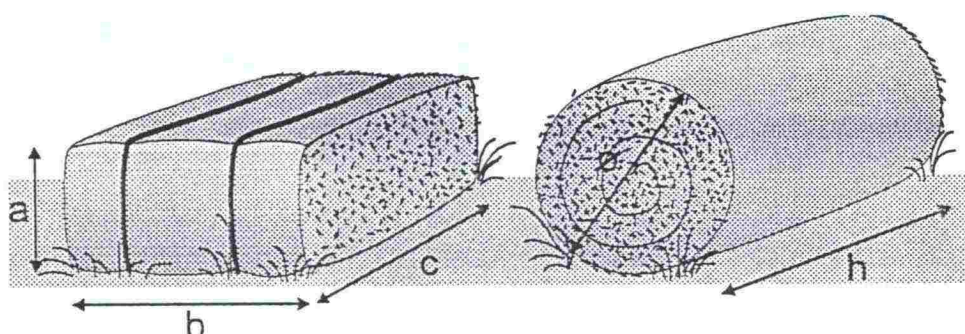
Viime kesät ovat olleet hyviä heinän tuotannolle. Nykyisin maksetaan viljelystä maasta pinta-alaisallinen EU-palkkio. Palkkio edellyttää, että sato on korjattava. Jos heinille ei ole käyttöä omassa tuotannossa, ne saa myydä. Heinistä on ollut ylituotantoa, eikä niitä ole saatu myydyiksi. EU-palkkion saamiseksi heinät kerättiin ja ajettiin metsään tarkastuksen pelossa.

Heinä vaihtoehtona oljelle olisi hyvä. Heinän keruu/paalaus aika ajoittuu kesä-heinäkuulle, jolloin kuivatus/keruu olosuhteet ovat hyvät. Näin saadaan kuivempaa ja parempilaatuista materiaalia rakenteisiin. Olkipaalien teko aika sijoittuu syksyyn, jolloin on usein kosteaa ja oljen kuivatus voi onnistua huonosti. Rakenteen ikään vaikuttaa huomattavasti, kuinka kuivina paalit saadaan kerättyä.

Kustannussyistäkin vaihto-ehtoinen materiaali on hyvä olemassa. Jos heinävuosi on hyvä, saa heiniä samaan hintaan kuin olkia ellei jopa halvemmalla.

## 2.23 Paalit

Paaleja on eri kokoja. Jokainen paalaukone tekee hiukan eri kokoisia paaleja. Paaleja on kahta eri tyyppiä: pyörö- ja kanttipaaleja. Kuva 3.



Kuva 3. Kantti- ja pyöröpaali

Yleisimmät kanttipaalit ovat Keskon toimittamien paalainten tekemät 36x46x30-130(cm) ja 50x80x70-200(cm) paalit ja Hankkijan paalainten tekemät 31x41x30-130 kanttipaalit. Pyöröpaalien koot vaihtelevat myös koneen mukaan. Pyöröpaalien korkeus on aina 120 cm. Halkaisija vaihtelee 60-180 cm:n.

Kanttipaalit ovat kevyitä, joten niitä on helppo liikutella käsin. Isoimmat (50x80x200) paalit vaativat koneita siirtelyyn. Pyöröpaaleja on liikuteltava koneellisesti.

Paalit pyritään tekemään mahdollisimman tiiviiksi paalausvaiheessa. Paras tulos saavutetaan paalaamalla oljet mahdollisimman nopeasti puinnin jälkeen varmistaen, että oljet ovat kuivia. Kaksoispaalaus ei ole suositeltavaa, koska oljen rakenne rikkoutuu useammassa käsittelyssä ja paaleista tulee murenevia. Tiiviit paalit saadaan säätämällä paalaukone oikein.

## 2.3 Materiaalin äänen eristävyys

### 2.31 Olkipaalirakenteiden alustavat melumittaukset

Melumittaukset suoritettiin Eräjärvellä 28.02.1996 sekä olkipaaleista kootuille koeaidoille, että valmiille betoni- tai savilaastipintaisille rakenteille. Mittaukset tehtiin TTKK:n integroivalla äänitasomittarilla (MIP), jolla mitattiin äänen ekvivalenttitaso  $L_{eq}$ . Lämpötila mittausten aikana oli noin -5 °C.

Äänilähteenä käytettiin nauhuria, jonka kasetille oli äänitetty liikennemelua. Mittauksissa määritettiin aluksi jokaisessa kohteessa äänitaso ilman estettä ko. etäisyydellä sekä sen jälkeen vastaava äänitaso esteen kanssa.

#### 2.311 Päälystämätön olkirakenne

Olkipaaleista koottu koeaita (leveys 0.8 m)

Ensimmäisenä mittauskohteena oli olkipaaleista kasattu aita, jonka mitat olivat: pituus 5,0 m, korkeus 2,2 m ja leveys 0,8 m (käytetty paalikoko 35x40x80(cm)). Aitaan oli koottu paalit kerroksittain, vuorotellen pitkittäin ja poikittain. Äänen eristävyys mitattiin aidan keskikohdalta. Mittaus suoritettiin 7 ja 0,5 metrin etäisyydeltä seinästä. Kuvassa 4 on esitetty mittausjärjestelyt ja äänen voimakkuudet ilman estettä ja esteen kanssa.

Olkipaaleista koottu koeaita (leveys 0.4 m)

Toisena kohteena oli paaleista kasattu aita, jonka pituus oli 5,0 m, korkeus 1,5 m ja leveys 0,4 m. Aita rakennettiin ja mitattiin samoin kuin 0,8 metriä leveä aita. Kuva 4.

#### 2.312 Päälystetty olkirakenne

Betonipäälystetty laavu

Päälystetyistä rakenteista mitattiin ääneneristävyysarvot laavusta (kuva 2), jonka seinämän paksuus on 32 cm. Sisäpinnalla on savilaastikerros (3-4 cm) ja ulkopinnalla betonikuori (3-5 cm), joka on pietty. Äänilähde oli ulkopuolella ja mittari sisäpuolella. Mittaus suoritettiin laavun eri kohdista ja etäisyyksillä. Mittaus ja tulokset esitetty kuvassa 5.

Rakennuksen seinä

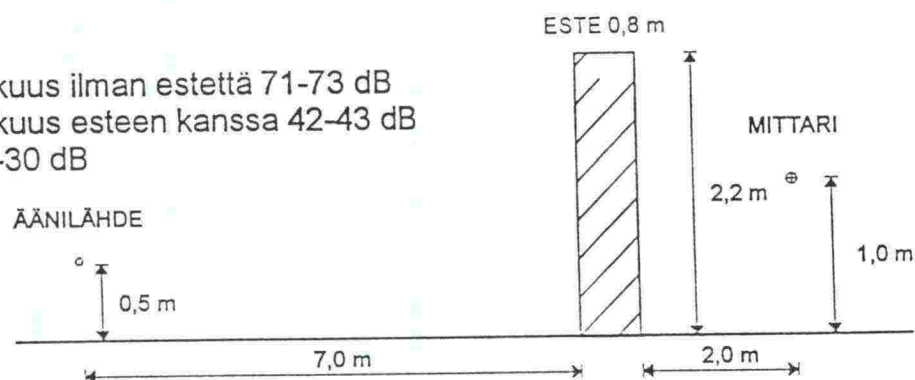
Päälystetyistä olkirakenteista oli toisena kohteena vapaa-ajan rakennus, jonka seinässä on ulko- ja sisäpuolella savilaastipinnoite (20-50 mm) asennettuna olkipaalien pintaan rappausverkon avulla. Rakenteessa olkipaalien sidenarut on avattu asennuksen jälkeen. Sisäpuolelta seinä on tapetoitu. Seinän paksuus on noin 50 cm. Mittauksissa äänilähde oli ulkopuolella ja äänitasomittari sisällä. Mittaus ja tulokset esitetty kuvassa 5.

### 2.32 Tulokset

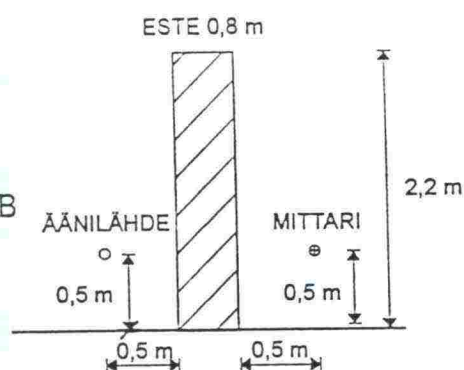
Alustavat melumittaukset osoittavat, että olkimateriaali vaimentaa selvästi ääntä sekä päälystettynä että päälystämättömänä. Betoni- tai savilaastipinnoitteisilla rakenteilla melunvaimennus oli noin 10 dB/0,1 m:n rakennepaksuus.



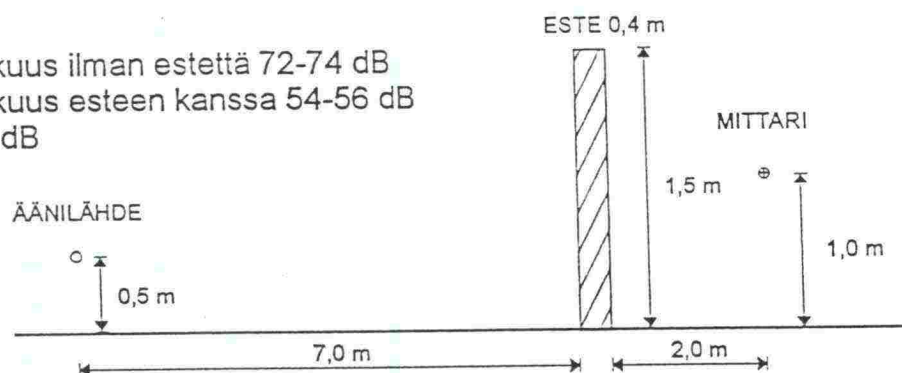
- äänen voimakkuus ilman estettä 71-73 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 42-43 dB
- vaimennus 29-30 dB



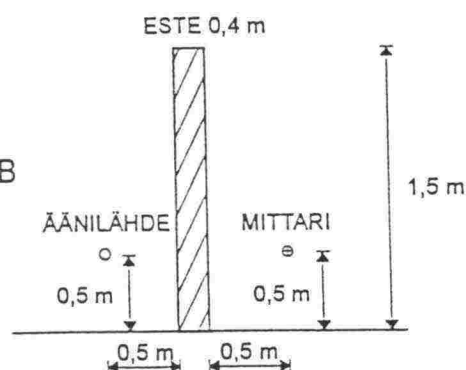
- äänen voimakkuus ilman estettä 73-74 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 51-54 dB
- vaimennus 20-22 dB



- äänen voimakkuus ilman estettä 72-74 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 54-56 dB
- vaimennus 18 dB



- äänen voimakkuus ilman estettä 85-88 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 68-72 dB
- vaimennus 16-17 dB



**LTT-Group Oy**

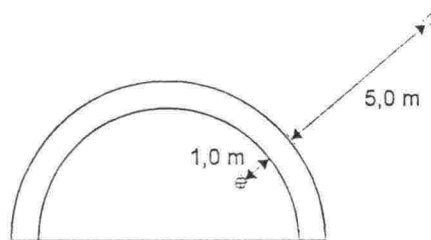
Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
 puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
 eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

Kuva 4

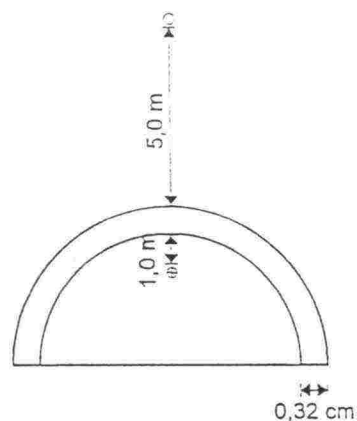
**MELUMITTAUKSET  
 OLKIPAALIAITA**

## LAAVU

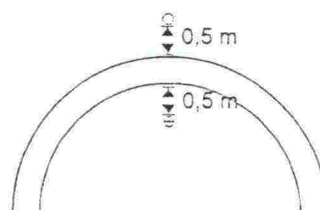
- äänen voimakkuus ilman estettä 76-79 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 48-51 dB
- vaimennus 28 dB



- äänen voimakkuus ilman estettä 76-79 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 45-47 dB
- vaimennus 31-32 dB

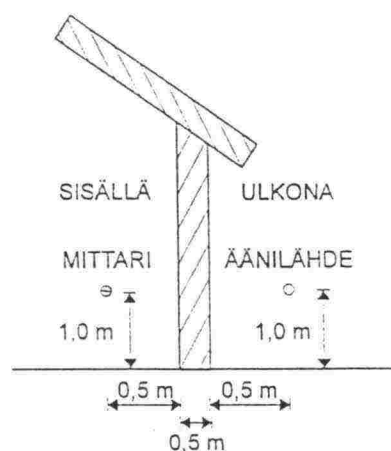


- äänen voimakkuus ilman estettä 86-88 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 43-45 dB
- vaimennus 43 dB



## RAKENNUS

- äänen voimakkuus ilman estettä 86-88 dB
- äänen voimakkuus esteen kanssa 39-42 dB (rakennuksen ovi auki)
- äänen voimakkuus esteen kanssa 32-34 dB (ovi kiinni)
- vaimennus 47-54 dB



LTT-Group Oy

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
 puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
 eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

Kuva 5

MELUMITTAUKSET  
 LAAVU, RAKENNUS



Päällystämättömällä koerakenteella meluvaimennus oli noin 4 dB/0,1 m:n rakennepaksuus. Näissä rakenteissa vaimennukseen vaikuttaa oleellisesti paalin tiiveys sekä paalien sitominen toisiinsa. Tiiviimmäksi puristetuilla paaleilla melunvaimennus on parempi.

Mittausten perusteella arvioimme, että päällystämättömän olkirakenteen rakennepaksuus tulee olla vähintään 80 cm. Mittaukset osoittavat, että päällystetty olkirakenne vaimentaa ääntä selvästi paremmin. Ohuemat seinärakenteet on päällystettävä esim. betonilla tai savilaastilla vaimennuksen parantamiseksi. Jos meluesteelle on käytettävissä riittävästi tilaa, voidaan käyttää paksumpia päällystämättömiä olkirakenteita.

## 2.4 Periaatevaihtoehdot

Olkipaaleista voidaan rakentaa eri tyyppisiä meluesteitä. Yhdistelemällä meluesteen eri osia saadaan lukuisia erilaisia vaihtoehtoja. Taulukossa 1 on esitetty erilaisten perustus-, runko-, täyte-, pinta- ja katevaihtoehtojen variaatioita. Taulukossa esitetyt vaihtoehdot on kuvattu liitteissä 2-8.

## 3. MELUESTEEN RAKENNEVAIHTOEHDOT

### 3.1 Perustus

#### 3.11 Sora-arina

Melueste voidaan perustaa sora-arinan varaan. Pintamaa poistetaan ja pohjamaa kaivetaan maaperästä riippuen noin 0,4 m syvyyteen rakennettavan arinan yläpinnasta. Arina rakennetaan meluesteen molemmin puolin 0,2 m tulevaa meluestettä leveämpänä ja tiivistetään. Sora-arinan kuivatus hoidetaan parhaiten avo-ojan avulla esimerkiksi rakentamalla melueste tien sivuojan taakse. Mikäli halutaan estää roudan vaikutus meluesteeseen, tulee sora-arinan paksuuden olla lumipeitteisillä alueilla 0,8 m ja auratuilla tai tallatuilla alueilla siirtymäkiilasyvyys (1,5 ... 2,2 m).

Sora-arinan varaan perustaminen soveltuu kevyelle meluesteelle, joka saa liikkua esimerkiksi roudan tai painumien vaikutuksesta. Sora-arinalle perustettaessa melueste ei pysty siirtämään auras- eikä tuulikuormaa perustuksille, joten meluestettä ei voi rakentaa kevyenä lähelle tien reunaa.

Sora-arinan kustannukset 1,0 m leveänä ja 0,4 m paksuna ovat noin 50 mk/m.

#### 3.12 Puuarina

Perustettaessa melueste puuarinan varaan pintamaa poistetaan ja maapohja tasoitetaan 0.05 m hiekkakerroksella, joka toimii samalla asennushiekkana. Arina rakennetaan metrin välein asennettavista 50 mm paksuista poikittaishankuista ja niiden päälle asennettavista painekyllästetyistä kestopuisista (esim. 150\*150 mm<sup>2</sup>) pitkittäishankuista. Pitkittäishankkujen väliin naulataan tuet sivuittaisliikkeen estämiseksi. Puuarinan kuivatus hoidetaan parhaiten avo-ojan avulla esimerkiksi rakentamalla melueste tien sivuojan taakse. Mikäli halutaan pienentää roudan vaikutusta, rakennetaan puuarinan alle sora-arina (kts. edellinen kohta)

Taulukko 1. Muunneltavuus

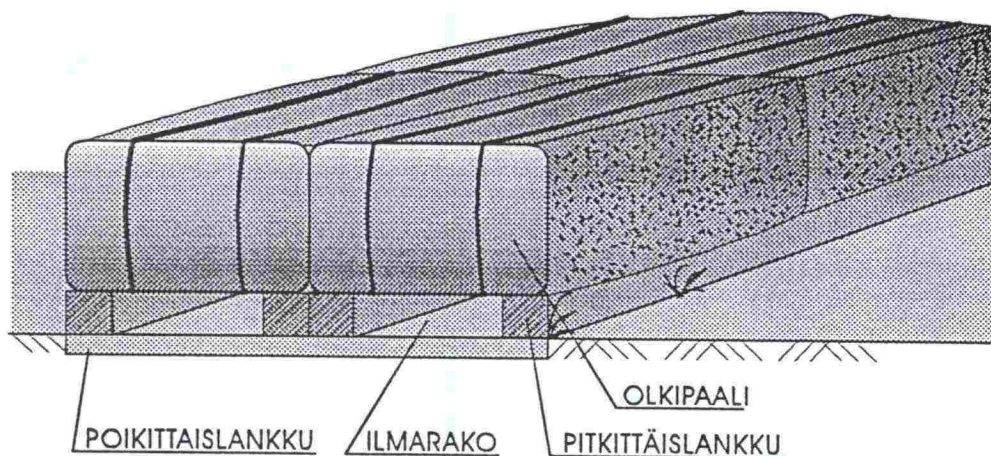
Osat	Ve 1a	Ve 1b	Ve 1c	Ve 2	Ve 3a	Ve 3b	Ve 4	Ve 5a	Ve 5b	Ve 5c	Lisätutkimukset
<b>Perustus:</b>											
Sora-arina	o	o	o					o	o	o	
Puu-arina				x	o	o	x				Vakavuus tarkistettava
Maanvar. tai paalutettu laatta											
Pilari											
Putkipaalu											
Putkiarina				o	x	x	o				Vakavuus tarkistettava
<b>Runko:</b>											
Puurunko				x	x	x	x				Rungon vahvuus / tukien välillä
Teräsrunko				o	o	o	o				Rungon vahvuus / tukien väli
<b>Täyte:</b>											
Olki	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sidonta, koossa pysyminen
Heinä	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	"
<b>Pinta:</b>											
Pinnoittamaton	x	x	x					x	x	x	Lahoamattomaksi käsittely
Rimoitus	o	o	o	x				o	o	o	Rimoitus elementteinä
Ruiskubetonointi	o	o	o		x	x		o	o	o	Betonointi tartuntaverkollle, betonointi suoraan paalin
Savilaasti	o	o	o				x	o	o	o	Voitaanko tehdä koneellisesti
<b>Kate:</b>											
Huopa				x	o	o	o				Elementteinä rakentaminen
Betonitiili				o	o	o	o				Elementteinä rakentaminen
Pelti				o	x	o	x				Elementteinä rakentaminen
<b>Kuivatus:</b>											Liittyminen tien kuivatukseen

X = VAIHTOEHDOSKÄYTTÖ

O = VAIHTOEHDOSKÄYTTÖ



Puuarinan varaan perustaminen soveltuu kevyelle meluesteelle, johon on rakennettu esimerkiksi puukehikko. Meluesteen on oltava riittävän matala ja leveä, jotta se kestää tuulikuorman. Meluesteen tulee voida liikkua esimerkiksi roudan tai painumien vaikutuksesta. Puuarinalle perustettaessa melueste ei pysty siirtämään aerauskuormaa perustuksille, joten meluestettä ei voi rakentaa kevyenä lähelle tien reunaa.



Kuva 6. Puuarina

Puuarinan kustannukset 1,0 m leveänä ovat noin 170 mk/m.

### 3.13 Maanvarainen laattaperustus

Maanvarainen laattaperustus soveltuu käytettäväksi, kun laatan alla on vähintään 1,5 m paksuinen kerros koheesiomaata (leikkauslujuus väh. 20 kN/m<sup>2</sup>) tai kitkamaata (kitkakulma 32). Paikalla valetun laatan paksuuden tulee olla 350 mm. Laatan koko määräytyy seinän korkeuden ja painon, jännemitan, perustamissyvyyden sekä seinään vaikuttavan mitoittavan kuorman mukaan. Meluseinän alle asennetaan betonisokkeli, mikäli seinäelementti ei ole itsekantava. Sokkelin alle tehdään vähintään 0,8 m paksu routimaton täyttö tai asennetaan 50 mm paksu polystyreeni eriste.

Maanvarainen laattaperustus soveltuu raskaalle ja korkealle meluseinälle. Meluseinän tulisi koostua kantavista elementeistä, joiden jännemitta on sama kuin perustuslaattojen (tukipilareiden) välimatka. Mikäli ei käytetä kantavia seinäelementtejä, asennetaan tukipilareiden väliin betonisokkeli (elementti), joka kantaa seinää. Maanvarainen laattaperustus on riittävän tukeva otta-  
maan vastaan aerauskuorman, joten meluaita voidaan sijoittaa lähelle tien reunaa. Perustustapa sopii parhaiten ohuelle seinärakenteelle.

Laattaperustus voidaan pehmeiköillä tehdä paalutettuna, jolloin rakenne on kahden pystypaalun ja peruslaatan sekä pilariholkin systeemi.

Laattaperustuksen kuivatus pyritään liittämään tien kuivatukseen.

Maanvaraisen laattaperustuksen kustannukset ovat kaksi metriä korkealle aidalle noin 530 mk/m.

### 3.14 Pilariperustus

Pilariperustusta voidaan käyttää leikkauslujuudeltaan vähintään 20 kN/m<sup>2</sup> koheesiomaassa (kuivakuori) tai kitkamaassa. Pilariperustus kestää vaakakuormat ympärystätön antaman sivutuen avulla. Pystykuormien kannattamiseksi voidaan tarvittaessa pilarin alla käyttää puuarinaa. Pilarijalustan poikkileikkaus on 450\*450 mm<sup>2</sup> tai pyöreä ø 600 mm. Perustuksen syvyys määräytyy seinän korkeuden sekä seinään vaikuttavan mitoittavan kuorman mukaan. Pilariväli on 4 m. Pilaria varten kaivettu peruskuoppa täytetään routimattomalla kitkamaalla, joka tiivistetään. Meluseinän alle asennetaan betonisokkeli, mikäli seinäelementti ei ole itsekantava. Sokkelin alle tehdään vähintään 0.8 m paksu routimaton täyttö tai asennetaan 50 mm paksu polystyreeni eriste.

Pilariperustus soveltuu kevyille melusteille. Meluseinän tulisi koostua kantavista elementeistä, joiden jännemitta on sama kuin pilareiden välimatka. Mikäli ei käytetä kantavia seinäelementtejä, asennetaan tukipilareiden väliin betonisokkeli (elementti), joka kantaa seinää. Pilariperustus on riittävän tukeva ottamaan vastaan aurauskuorman, joten meluita voidaan sijoittaa lähelle tien reunaa. Perustustapa sopii parhaiten ohuelle seinärakenteelle.

Pilariperustuksen kuivatus pyritään liittämään tien kuivatukseen.

Pilariperustuksen kustannukset ovat kaksi metriä korkealle aidalle noin 470 mk/m.

### 3.15 Putkipaaluperustus

Putkiperustus on alapäästä avoimena maahan painettava teräsputki, joka kestää vaakakuormat pohjamaan antaman sivuvastuksen avulla ja toimii pystykuormien suhteen koheesiopaaluna. Putki painetaan maahan hydraulisella kaivinkoneella. Perustusta voidaan käyttää savikolla, jonka leikkauslujuus on välillä 10-20 kN/m<sup>2</sup>. Käytettävä putki on halkaisijaltaan 610 mm teräsputkipaalu. Paaluvälinä käytetään 4 m. Tuulikuorman ollessa mitoittava tarvittavan putken pituus on suunnilleen sama kuin meluesteen korkeus. Aurauskuormalla putken pituus on 1 m pidempi kuin tuulikuorma mitoitusessa.

Putkipaaluperustus soveltuu kevyille melusteille pehmeäkhöissä kivettömässä koheesiomaassa. Meluseinän tulisi koostua kantavista elementeistä, joiden jännemitta on sama kuin pilareiden välimatka. Mikäli ei käytetä kantavia seinäelementtejä asennetaan tukipilareiden väliin sokkeli (elementti), joka kannattaa seinää. Putkipaaluperustus on riittävän tukeva ottamaan vastaan aurauskuorman, joten meluita voidaan sijoittaa lähelle tien reunaa. Perustustapa sopii parhaiten ohuelle seinärakenteelle.

Putkipaaluperustuksen kuivatus pyritään liittämään tien kuivatukseen.

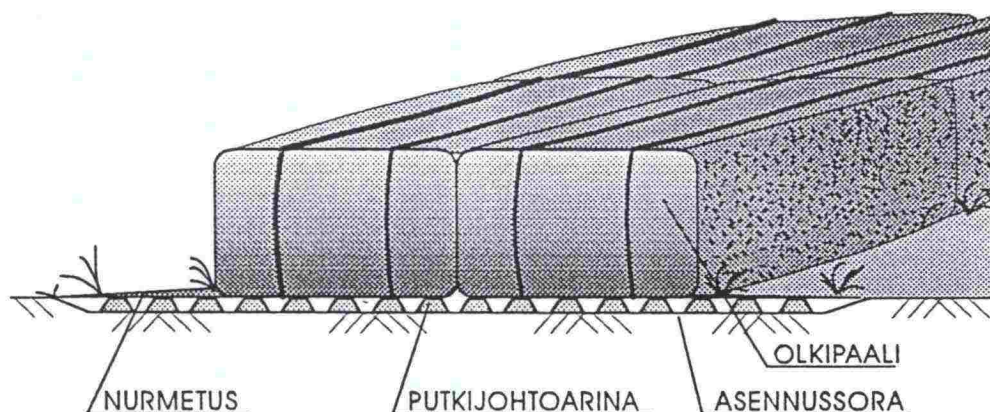
Putkipaaluperustuksen kustannukset ovat kaksi metriä korkealle aidalle noin 420 mk/m.

### 3.16 Putkijohtoarina

Putkijohtoarina on kuumasinkitystä, vähintään 0,7 mm:n teräspoimulevystä tehty geoprofiili. Profiiliin voidaan liittää pystyrunko, joko hitsaamalla tai pulttiliitoksella.

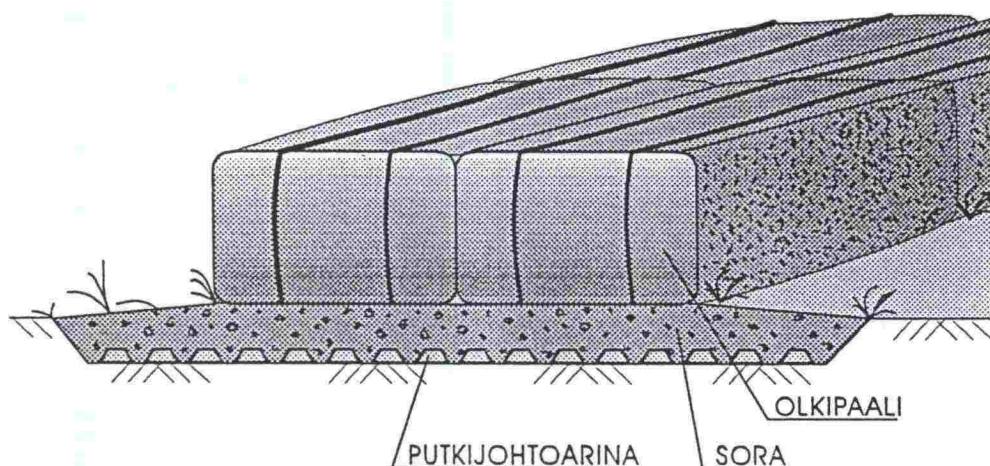


Perustettaessa meluste putkiarinan (arina A) varaan pintamaa poistetaan ja maapohja tasoitetaan asennussorakerroksella. Arinaelementit asennetaan asennussoran päälle. Putkiarinan kohdalla pohjamaan kuivatus hoidetaan parhaiten avo-ojan avulla esimerkiksi rakentamalla meluste tien sivuojan taakse. Mikäli halutaan estää roudan vaikutus melusteeseen rakennetaan putkiarinan alle sora-arina (kts. kohta 3.11) tai asennetaan asennussoran alle vähintään 50 mm paksu polystyreeni. Arinalle A perustettaessa meluste ei pysty siirtämään aerauskuormaa perustuksille, joten meluestettä ei voi rakentaa kevyenä lähelle tien reunaa.



Kuva 7. Arina A

Putkiarinan varaan perustaminen soveltuu kevyelle ja matalalle melusteelle. Melusteen korkeutta voidaan lisätä asentamalla sorakerros (arina B) putkiarinaelementtien päälle. Mikäli käytetään sorakerrosta korottamaan meluestettä, asennetaan putkiarinaelementtien päälle savisulku 20 m välein katkaisemaan veden virtauksen arinassa. Matalalle perustettaessa melusteen tulee voida liikkua esimerkiksi roudan tai painumien vaikutuksesta. Mikäli roudan vaikutus melusteeseen halutaan poistaa, perustukset tehdään riittävän syväälle maahan, tai käytetään routaeristettä putkiarinaelementin alla.



Kuva 8. Arina B

Putkiarinan kustannukset ovat kaksi metriä korkealle aidalle noin 200 mk/m.

### 3.2 Runko

#### 3.21 Puurunko

Seinän rungon muodostavat puusoirot 50x150. Yhtä paaliriviä kohden pystytetään kaksi soiroa, jotka tuetaan yhteen. Tolppavälinä käytetään 3 metriä. Soirot kiinnitetään alhaalla perustuksiin ja ylhäällä kattorakenteeseen. Pinnoitetuissa seinissä rimat, verkot ja levyt toimivat vaakatukena.

Puurunko soveltuu kaikkiin seinävaihtoehtoihin. Korkeissa seinissä on vakavuus tarkistettava.

Puurungon kustannusarvio on noin 30 mk/m.

#### 3.22 Teräsrunko

Rungon muodostavat teräspalkit. Yhtä paaliriviä kohden pystytetään kaksi palkkia, jotka tuetaan yhteen. Palkkivälinä käytetään 3 metriä.

Teräsrunko on jäykempi kuin puurunko, mutta kalliimpi ja hankalampi toteuttaa. Suunnitteluun ja rakentamiseen tarvitaan asiantuntija-apua.

### 3.3 Täyte

Täytteenä käytetään olki- tai heinäpaaleja saatavuuden mukaan. Paalit on helppo kasata haluttuun muotoon. Eri paalikoot mahdollistavat lukuisat eri mallivaihtoehdot.

Paalit kasataan mahdollisimman tiiviiksi rakenteeksi käsin, isoimmat koneellisesti. Tiiviys seinärakenteissa varmistetaan latomalla paalit pystyrungon väliin ja kiristämällä haoilla toisiinsa. Pyöröpaalit, jotka asetetaan pystyyn, voidaan sitoa nippuihin muovi- tai teräspannoilla. Paalien väleihin ei saa jäädä rakoja, joista ääni pääsee läpi.

Pinnoitetuissa ratkaisuissa on paalien kuivuus tärkeää, ettei mätänemistä pääse tapahtumaan. Laadusta on huolehdittava paalausvaiheessa. Materiaalin tulee olla kuivaa ja paalien erittäin tiiviitä. Vaihtoehdon mukaan paalit sidotaan joko maatuvalle tai maatumattomalle narulla.

Paalit soveltuvat parhaiten käsittelemättömiin meluvalleihin, kuten maatuvaan terassivalliin, kehikkorakenteiseen seinään ja pyörö- ja kanttipaalivalleihin. Maatalouden tutkimuskeskus on aloittamassa tutkimusta, miten paalit tulisi käsitellä, jotta ne eivät lahoaisi. Jos menetelmä löytyy, paalien käyttömahdollisuudet ja käyttöikä kasvavat huomattavasti.

Esimerkkejä kanttipaalien hinnoista:

* kauranolkipaali	1,05 mk/kg
* heinäpaali	1,30 mk/kg
* heinäpaali(nata)	1,05 mk/kg

Hinnat sisältävät noin 100 km kuljetuksen ja arvonlisäveron 17%. Pyöröpaalit ovat hiukan halvempia. Olkipaalit painavat 110 kg/m<sup>3</sup> ja heinäpaalit 160 kg/m<sup>3</sup>. Hintatiedot Heinäkeskus Ojala Ypjä.



### 3.4 Pinta

#### 3.41 Pinnoittamaton

Pinnoittamattomissa vaihtoehdoissa paalin pinta jätetään näkyviin. Näin saadaan luontoon hyvin sopiva uudentyyppinen meluvalli / -seinä.

Pinnoittamaton vaihtoehto soveltuu terassivalliin ja pyörö- ja kanttipaalien yhdistelmiin.

#### 3.42 Rimoitus

Paaliseinän eteen rakennetaan harva rimoitus, joka antaa ilmettä seinälle. Rimoitus tehdään niin harvaksi, että paalit jäävät näkyviin. Rimoitus toimii jossain määrin tukena paaliseinälle.

Rimoitus kiinnitetään pystyrunkoon ja perustuksiin. Rimoitus voidaan valmistaa elementteinä etukäteen. Rimoitus ei ole herkkä roudan aiheuttamille muodonmuutoksille.

Rimoitus on halpa ja helppo rakentaa. Rimoitus maksaa noin 20 mk/m töineen metrin korkuiselle meluseinälle.

#### 3.43 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonointi mahdollistaa eri värien käytön. Betonoinnilla saadaan tiivis ääntä eristävä pinta.

Ruiskubetonointi suoritetaan 1kN dynaamisella voimalla. Betonoitavan alustan tulee olla jäykkä, ei muodonmuutoksia eikä värähtelyä. Betonin tartuntapinnaksi soveltuu parhaiten ohut aallotettu teräslevy.

Tartuntapinnaksi soveltuvat huonosti verkot, jotka olisi helppo asentaa eri mallisten meluaitojen pinnalle.

Rakennus Oy Lemminkäinen suorittaa koeruiskutuksen suoraan olkipaalin pinnalle. Samalla tutkitaan verkon sopivuus tartuntapinnaksi ko. rakenteessa. Kokeen onnistuessa betonoinnin käyttö mahdollisuudet laajenevat huomattavasti ja rakennuskustannukset halpenevat olennaisesti.

Betonointi maksaa 60-90 mk/m<sup>2</sup>, joka sisältää työn ja aineet. Teräslevyn hinta on 40-60 mk/m<sup>2</sup>. Hinnat Rakennus Oy Lemminkäinen.

#### 3.44 Savilaasti

Paaliseinän pinnalle levitetään tartuntaverkko, jonka päälle savipinnoite rapataan. Rappaus suoritetaan käsityönä, mikä tekee ratkaisusta kalliin. Pintaa on helppo korjata jälkikäteen.

Laastin hinta on 37 mk/m<sup>2</sup> (3 cm kerros). Verkot ja muut kiinnikkeet ovat 30 mk/m<sup>2</sup>. Työ on 135 mk/m<sup>2</sup>. Savipinnoitteisen seinän neliö hinnaksi muodostuu 200 mk/m<sup>2</sup>. Hintatiedot on antanut vastaavan seinän rakentanut Tapani Marjamaa.

### 3.5 Kate

Meluvallit vaativat useimmissa tapauksissa katteen. Kate hidastaa pinnoittamattoman olkivallin lahoamista ja pinnoitetuissa valleissa katteen alustila toimii samalla tuuletustilana. Kate antaa myös meluvallille huolitellumman ilmeen. Jos paalit pystytään käsittelemään lahoamattomiksi tai ne saavat vapaasti maata, katteen tarve poistuu. Katevaihtoehdot on esitetty liitteessä 1.

#### 3.51 Huopakate

Huopakate on halpa ja yksinkertaisesti toteutettava. Kantavan rakenteen päälle kiinnitetään rakennuslevy, johon edelleen rullahuopakate. Huopakate sopii hyvin esim. kehikkorakenteeseen tai savipinnoitteiseen meluvalliin.

Huopakatteen rakennuskustannukset ovat noin 152 mk/m.

#### 3.52 Betonitiilikate

Betonitiilikate on näyttävä, mutta kustannuksiltaan melko korkea. Kantavan rakenteen päälle asennetaan ruoteet, joihin kattotiilet tuetaan. Betonitiilikate sopii massiivisemmän esim. ruiskubetonoidun tai savipinnoitteisen vallin katteeksi. Betonitiilen asemasta voidaan käyttää myös tiiltä tai mineriittilevyä.

Betonitiilikatteen rakennuskustannukset ovat noin 250 mk/m.

#### 3.53 Peltikate

Peltikate voidaan tehdä joko rulla- tai profiilipelistä. Kantavan rakenteen päälle asennetaan ruoteet, joihin peltikate kiinnitetään. Kaarevana katteena se vaatii hieman enemmän työtä kantavan rakenteen osalta.

Peltikate sopii esim. savipinnoitteeseen tai kehikkorakenteeseen vallii.

Peltikatteen rakennuskustannukset ovat noin 180 mk/m.

## 4. VAIHTOEHTOJEN VERTAILU

### 4.1 Meluestevaihtoehdot

Melumittauksissa todetun öljän ääneneristävyyden perusteella pinnoittamattomissa rakenteissa käytettävä meluesteen vähimmäispaksuus on 80 cm. Pinnoitetuissa rakenteissa suositellaan käytettäväksi rakennepaksuutena myös 80 cm:ä.



#### 4.11 Terassivalli

Terassivalli (Ve 1) on hyvä vaihtoehto maavallille. Terassivalli on helppo ja nopea rakentaa. Vallin muotoa ja kokoa on helppo muuttaa. Vallissa voidaan käyttää helpoimmin saatavana olevaa kanttipaalikokoa. Kuva liitteessä 2.

Rakentaminen suoritetaan latomalla paaleja limittäin, jolloin saadaan kestävä rakenne. Terassivallia ei tarvitse perustaa lainkaan. Isommat kivet, puut ja pensaat poistetaan tarvittaessa. Paalit pyritään latomaan suoraan maahan.

Terassivalli voidaan latoa huomattavasti jyrkempireunaiseksi kuin maavalli (luiska max. 1:1,5). Vallin luiska voidaan tarpeen vaatiessa rakentaa jopa 2,5/1 kaltevuuteen. Kaltevuus mahdollistaa vallin käytön kapeammassa tilassa kuin maavallin.

Terassivallia voidaan rakentaa kolmea eri tyyppiä:

- \* Ve 1a, maatuva valli
- \* Ve 1b, "liimautuva" valli
- \* Ve 1c, lahoamattomaksi käsitelty valli

Ve 1a, maatuvassa vallissa paalit sidotaan paalausvaiheessa maatuvalla paalauslangalla. Käsittelemättömät paalit saavat maatua ja nurmettua. Vallin painuminen maatumisen myötä huomioidaan rakentamalla valli noin 0,5 metriä korkeammaksi, kuin alkuperäinen tarve vaatii. Vallin pinnalle voidaan ripotella multaa ja heinän siemeniä, jolloin saadaan nopeasti vihreä meluvalli.

Ve 1b, "liimautuvassa" vallissa paalit käsitellään niin, että ne liimautuvat ladottaessa toisiinsa muodostaen tiiviin rakenteen. Paalit voidaan esim. upottaa sementtiliuokseen.

Ve 1c, lahoamattomaksi käsitelty valli. Jokioisten Maatalouden kehittämiskeskus on aloittamassa tutkimusta, miten paalit voitaisiin suojata lahomista vastaan.

Edut:

- + helppo rakentaa (mahdollistaa talkootyön)
- + lukemattomia eri muotovaihtoehtoja
- + ei vaadi liikuntasauvoja
- + rakentaminen ei vaadi koneita
- + ei perustamista
- + paalin ei tarvitse olla mittatarkka
- + luonnonmateriaalia
- + voidaan kasata myös rinteeseen
- + painuminen ja maatuminen parantavat ääneneristävyyttä
- + "huokoinen" pinta imee ääntä
- + ei pinnoitusta
- + jyrkkä luiskakaltevuus 2,5/1

Haitat:

- ilkvallan tekijät voivat helposti "purkaa" vallin. Ve 1a ja 1c
- olkipaalien menekki suuri
- voi houkutella eläimiä luokseen (hirvet, peurat ym.)
- leveä rakenne
- vaakasuora pinta seisottaa vettä ja nopeuttaa maatumista

#### 4.12 Kehikkorakenteinen meluseinä

Kehikkorakenteisessa seinässä (Ve 2) paalit kasataan aidan muotoon kahta paaliriviä käyttäen. Paalien pinnalle asennetaan tueksi harva puurakenteinen kehikko. Sateen suojaksi rakennetaan kevytrakenteinen katto. Perustukseksi ehdotetaan puuarinaa, joka asetetaan suoraan maahan. Paalien alle jää ilmarako, jolloin rakenne toimii entisaikaisten heinälatojen tavoin. Paalien säilyvyys käsittelemättöminäkin tulee olemaan hyvä, koska paalien pinta pääsee vapaasti tuulettumaan. Paalin tiiviin rakenteen vuoksi kosteus ei pääse paalin sisälle. Kuva liitteessä 3.

##### Edut:

- + halvalla näyttävä meluaita, jossa olkipaali on näkyvillä
- + rimoituksella saadaan valliin ilmettä
- + "huokoinen" pinta imee ääntä
- + helppo perustaa
- + helppo rakentaa
- + ei ole herkkä roudan vaikutuksille
- + vallin mittasuhteita helppo muuttaa
- + ei vaadi liikuntasauvoja
- + paalit pääsevät vapaasti kuivumaan

##### Haitat:

- vaatii katteen
- ei kestä suoraa auringonvaloa
- aidan korkeuden kasvaessa joudutaan puuarina korvaamaan anturaperustuksella vakavuuden turvaamiseksi
- voi houkuttaa eläimiä luokseen (hirvet, peurat ym.)

#### 4.13 Ruiskubetonoitu meluseinä

Ruiskubetonilla pinnoitettu olkipaalisena (Ve 3), jossa paalit kasataan aidan muotoon yhtä tai kahta paaliriviä käyttäen. Pinnalle asennetaan tueksi teräsohutelevy, joka toimii samalla betonin tartuntapintana. Seinä katetaan, jolloin jätetään tuuletusraot kuivattamaan rakennetta. Perustuksena käytettäväksi ehdotamme putkijohtoarinaa. Kuva liitteessä 4.

Kevään 1996 aikana suoritetaan koeruiskutus suoraan olkipaalin pinnalle. Jos koe onnistuu, ja betoni tarttuu ilman tartuntapintaa, saadaan rakenteesta huomattavasti halvempi ja helpompi toteuttaa. Samassa yhteydessä kokeillaan myös verkon toimimista betonin tartuntapintana. Onnistuessaan ratkaisut korvaavat teräsohutelevyn tartuntapintana.

##### Edut:

- + pinnoite on helppo sävyttää eri värein
- + vallin mittasuhteita helppo muuttaa
- + ulosvedettyjä/upotettuja paaleja elävöittämään seinän pintaa
- + tiivispintainen äänivalli
- + kestävä pinta

##### Haitat:

- vaatii liikuntasaumat
- rakenne tulee helposti kalliiksi
- vaatii anturaperustuksen korkeuden kasvaessa
- herkkä pinta halkeamille
- vaatii katteen

#### 4.14 Savipinnoitteinen meluvalli

Savilaastilla pinnoitettu olkipaaliseinä (Ve 4), jossa paalit kasataan aidan muotoon yhtä tai kahta paaliriviä käyttäen. Pinnalle asennetaan tartunta-verkko, joka toimii tukena ja laastin tartuntapintana. Kuva liitteessä 5.

Savilaasti rapataan seinään käsin, mikä nostaa seinän kustannukset korkealle.

##### Edut:

- + luonnollisen näköinen
- + vallin mittasuhteita helppo muuttaa
- + ulosvedettyjä/upotettuja paaleja elävöittämään seinän pintaa
- + tiivispintainen äänivalli

##### Haitat:

- vaatii liikuntasaumot
- kallis
- vaatii anturaperustuksen korkeuden kasvaessa
- vaatii ehdottomasti kuivan paalin
- savipinta saattaa olla arka vedelle, toisaalta helppo paikata
- vaatii katteen

#### 4.15 Pyörö- ja kanttipaalivalli

Pyörö- ja kanttipaaleja yhdistelemällä saadaan hauskan näköisiä meluvalleja (Ve 5) maisemaa pristäämään. Meluvalli ei tarvitse perustuksia, vaan kasataan suoraan maahan. Vaihtoehdot esitetty liitteissä 6-8.

Vaihtoehdossa 5b paalien läpi pujotetaan teräslanka tai -vaijeri, jolla paalit kiristetään yhteen ilmarakojen poistamiseksi. Vaihtoehdossa 5c pyöröpaalit sidotaan 3-4 paalin nippuihin muovi- tai teräspannoilla.

Jokioisten Maatalouden kehittämiskeskus on aloittamassa tutkimusta, miten paalit voitaisiin suojata lahomista vastaan. Jos menetelmä löytyy, antavat pyöröpaalit lukuisia uusia vaihtoehtoja meluesteille.

##### Edut:

- + pyöröpaalin muoto itsessään korosteena
- + halpa
- + ei perustusta
- + helppo rakentaa
- + ei pinnoitusta
- + "huokoinen" pinta imee ääntä

##### Haitat:

- meluvallit matalia
- vaatii lahoamattomaksi käsitellyt paalit
- voi houkutella eläimiä luokseen (hirvet, peurat ym.)
- leveä rakenne
- vaatii erityistä huolellisuutta rakentamisessa tiiviiden saavuttamiseksi



#### 4.2 Meluvallin valinta sijoituspaikan mukaan

Meluvallin valintaan vaikuttaa olennaisesti sijoituspaikka. Ympäristö asettaa omat vaatimuksensa esteen ulkonäölle, leveydelle ja sijainnille. Taulukossa 2 on esitetty valintaan vaikuttavia seikkoja.

Taulukko 2. Meluvallin valinta sijoituspaikan mukaan

	Leveys cm	Lumitila *	Aurakuorman kesto		Max. korkeus m	Töhräjä ehkäisevä pinta
			Pinta	Perustus **		
Pinnoittamaton valli						
* terassivallit	240 ***	tydytt.	x	x		x
* pyörö- ja kanttipaalivallit	150-180	tydytt.	x	x		x
Rimoitettu seinä	92	hyvä			3	x
Ruiskubetonoitu seinä	80	tydytt.	x		4	
Savipinnoitteinen seinä	92	hyvä			3,5	

\* Lumitila määrää meluvallin sijoituspaikan tien reunasta

\*\* Vaihtoehtoissa käytetyt perustukset: puu- ja putkijohtoarina

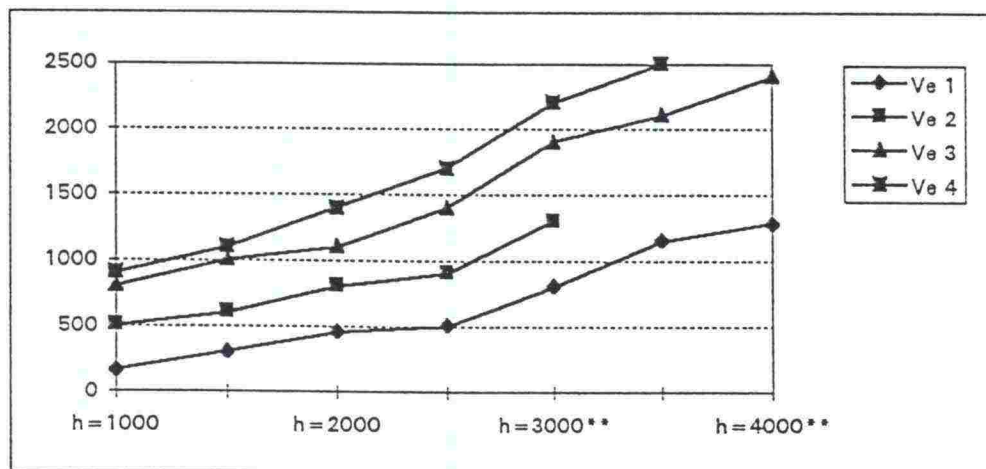
\*\*\* Meluvallin korkeus vaikuttaa leveyteen (max kaltevuus noin 2,5/1)

#### 4.3 Kustannukset

Edellä esitettyjen vaihtoehtojen alustavat kustannukset ja kustannusvertailu on esitetty taulukoissa 3-4. Jälkeenpäin suoritettavat lisätutkimukset saattavat vaikuttaa kustannuksiin.

Päällystettyjen olkirakenteiden kustannuksissa ei ole huomioitu kustannuksiin mahdollisesti lisättäviä hyödyllisyysmallista johtuvia kustannuksia.

Kuva 9. Meluesteen korkeuden vaikutus kustannuksiin.



Taulukko 3. Meluesteen metrikustannus kun h = 1000

Melueste	Perustus mk/m		Rakenne mk/m			Pinnoite mk/m <sup>2</sup>		Kate mk/m		Yhteensä mk/m	Huom.
	materiaali	työ *	olki	tuki	työ *	materiaali	työ *	materiaali	työ *		
Ve 1, terassivalli			150		5					160	
Ve 2, kehikkorak.	150		100	20	10	15	5	150		470	
Ve 3, ruiskubetonoitu	150	40	100	50	30	75		180		700	
Ve 4, savipinnoitt.	150		100	30		37	135	180		810	
Ve 5a,pyörö- ja kanttip.		10	295	5	20					330	h = 1080 **
Ve 5b,pyörö- ja kanttip.		10	230	5	20					270	h = 1500 **
Ve 5c,pyörö- ja kanttip.		10	210	5	20					250	h = 1700 **

\*) Ellei työn osuutta ole ilmoitettu, se sisältyy materiaalikustannuksiin.

\*\*) max. korkeus

Taulukko 4. Meluseinän korkeuden vaikutus kustannuksiin

Melueste	Kustannukset mk/m						
	h = 1000	h = 1500	h = 2000	h = 2500	h = 3000 **	h = 3500 **	h = 4000 **
Ve 1, terassivalli	160	300	450	500	800	1150	1280
Ve 2, kehikkorak.	500	600	800	900 *	1300		
Ve 3, ruiskubetonoitu	800	1000	1100	1400	1900	2100	2400
Ve 4, savipinnoitt.	900	1100	1400	1700 *	2200	2500	

\*) Perustuksena putkijohtoarina B

\*\*) Perustuksena pilariperustus

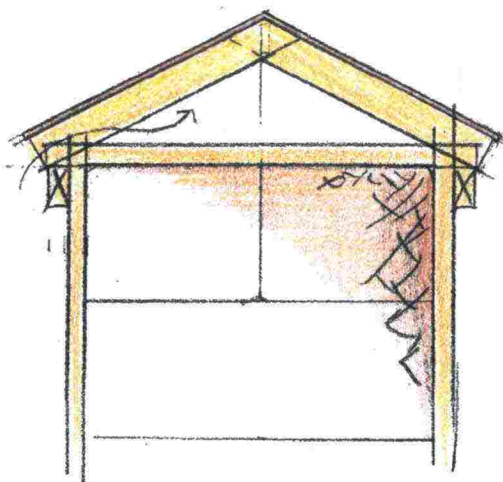
## 5. JATKOTOIMENPITEET

Olkirakenteisen meluesteen jatkokehittämiseksi tehdään selvityksessä esitetyt lisätutkimukset ja kokeilut. Materiaalin tarkemman ääneneneritävyyden määrittämiseksi mittaukset suoritetaan esim. VTT:n laboratoriossa.

Maatalouden tutkimuskeskus on aloittamassa tutkimusta, jonka tavoitteena on löytää luontoystävällinen oljen käsittelyaine, mikä estää materiaalin mädäntymisen. Samalla tutkitaan olkipaalien värjäysmahdollisuus sekä etsitään aine, jolla karkoitetaan eläimet rakenteen lähettäviltä.

Olkipaalien päällystykseen sopivia materiaaleja kehitellään edelleen. Ruisku-betonoinnin tarttuvuuskokeet suoritetaan Rakennus Oy Lemminkäisen toimesta vielä kuluvan kevään aikana.



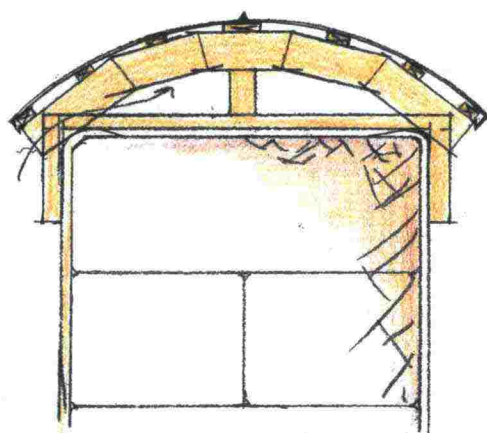
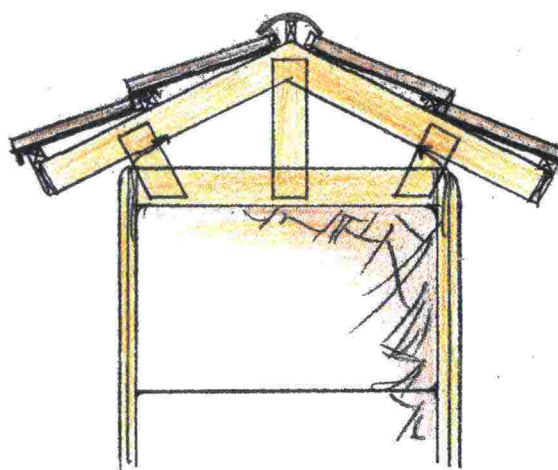


### HUOPAKATE

esim. kehikkorakenteinen  
seinä

### BETONITIILIKATE

esim. ruiskubetonoitu  
seinä



### PELTIKATE

esim. savipinnoitteinen  
seinä



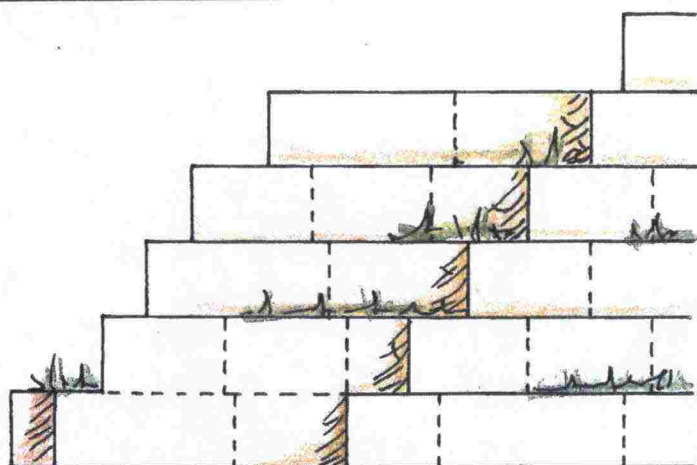
**LTT-Group Oy**

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

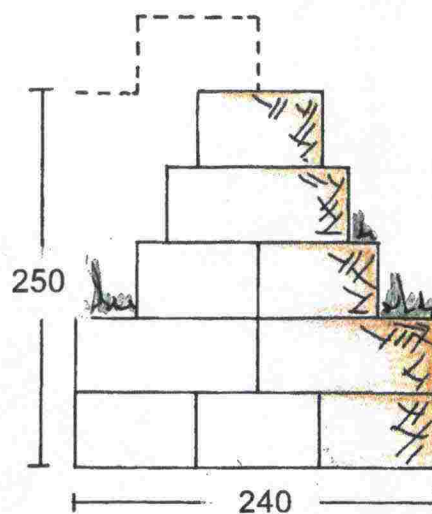
**KATEVAIHTOEHTOJA**

malli nro 208

1:20

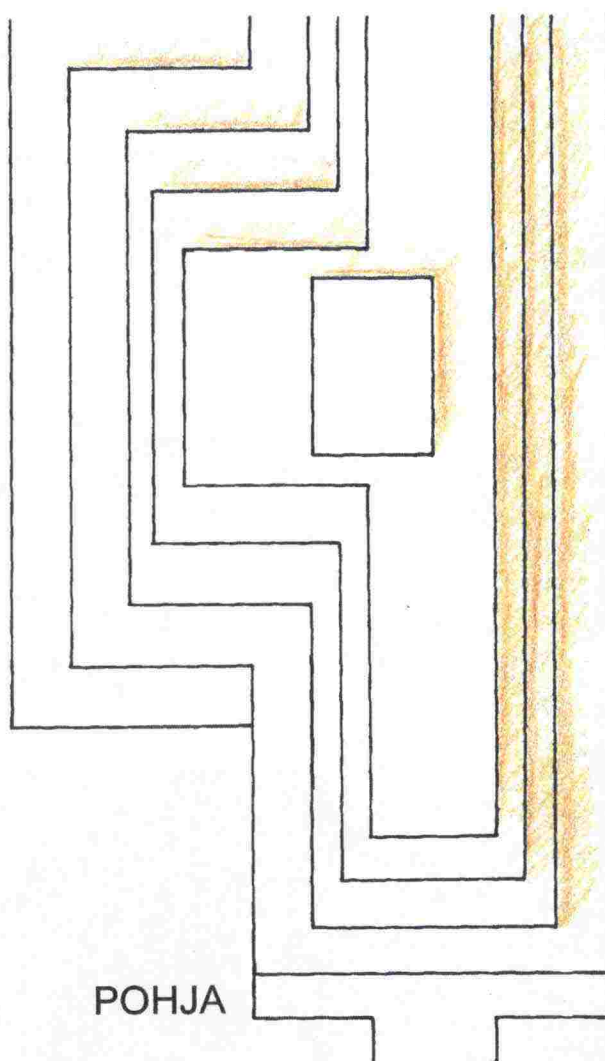


JULKISIVU



LEIKKAUS

- kanttipaalit  
esim. 50 x 80 x 120
- helppo rakentaa
- vallin muotoa voidaan  
muuttaa
- ei vaadi liikuntasauvoja



POHJA

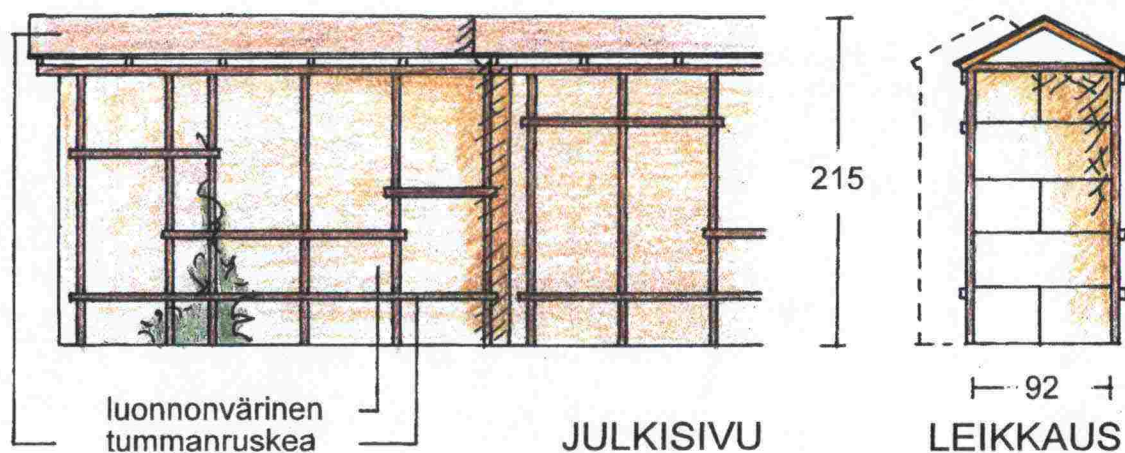
**LTT-Group Oy**

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
 puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
 eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

malli nro 208

1:50

**TERASSIVALLI (VE1)**



- kanttapaalit  
esim. 36 x 46 x 92
- seinän mittasuhteita on helppo muuttaa
- puurimoitus ja istutukset korosteina
- ei vaadi liikuntasauvoja

POHJA



**LIT-Group Oy**

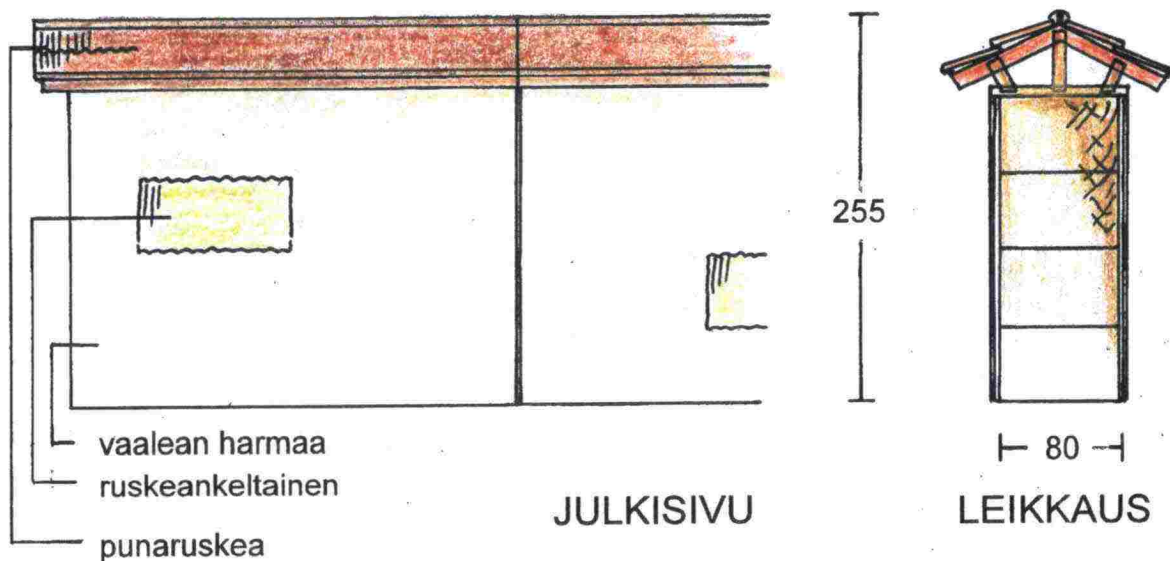
Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
eMail: [litgroup@sci.fi](mailto:litgroup@sci.fi)  
<http://www.tradepoint.fi/ads/litgroup/>

malli nro 208

1:50

**KEHIKKORAKENTEINEN SEINÄ  
(VE 2)**





- kanttipaalit  
esim. 50 x 80 x 100
- ruiskubetonipinnoite on  
helppo sävyttää
- pintatekstuurin muutos  
korosteena
- liikuntasäuma n. 3 m välein

POHJA

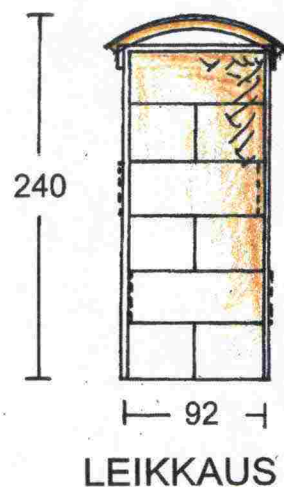
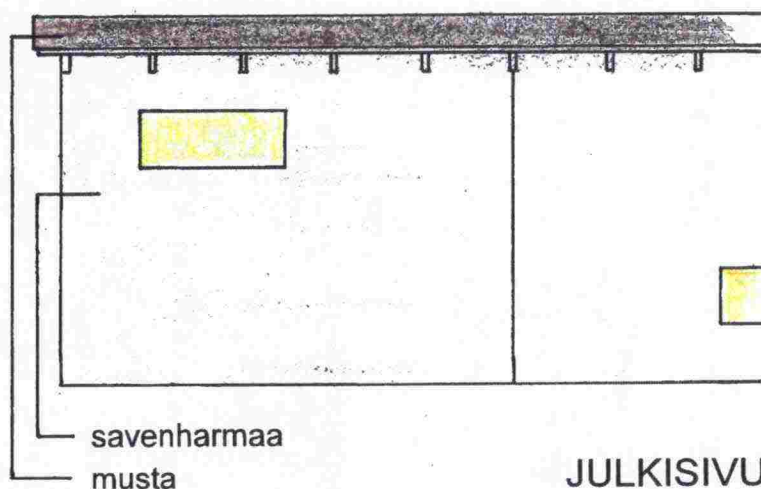
**LTT-Group Oy**

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
 puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
 eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

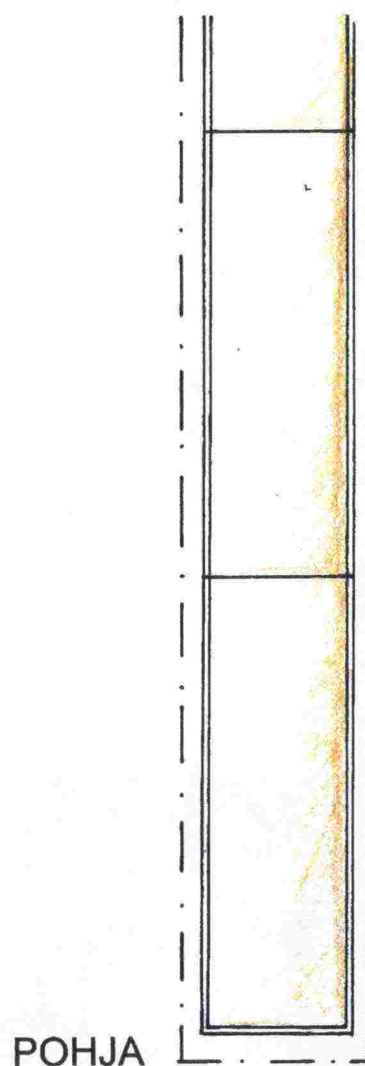
malli nro 208

1:50

**RUISKUBETONOITU SEINÄ  
(VE 3)**



- kanttipaalit  
esim. 36 x 46 x 92
- savirappaus vaatii katteen
- vallin mittasuhteita on  
helppo muuttaa
- max. 5 cm ulosvedetyt  
paalit korosteena
- liikuntasäuma n. 3 m välein



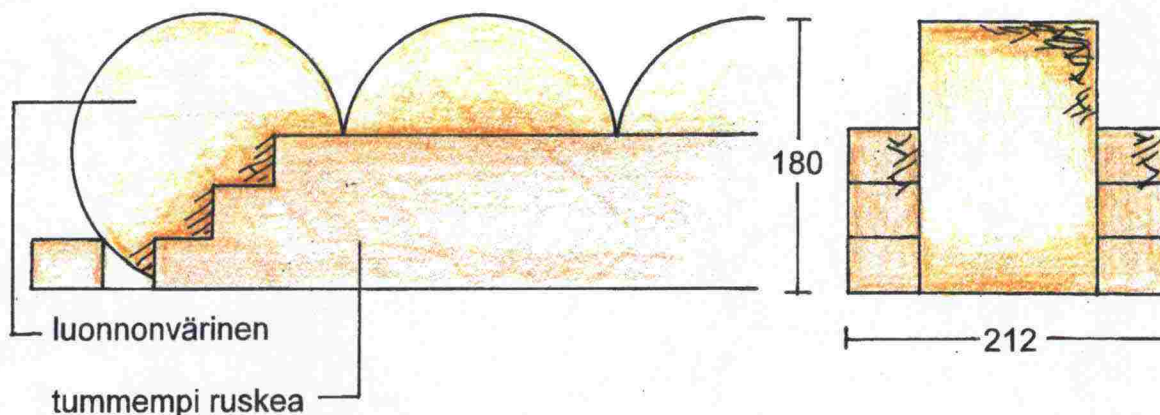
**LTT-Group Oy**

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

**SAVIPINNOITTEINEN SEINÄ  
(VE 4)**

malli nro 208

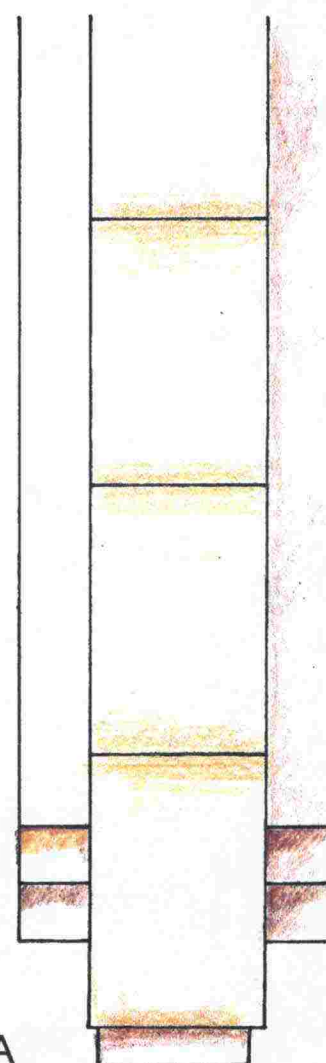
1:50



JULKISIVU

LEIKKAUS

- pyöröpaalit  
esim.  $\varnothing$  180, lev 120
- kanttpaalit  
esim. 36 x 46 x 100
- lahoamattomaksi käsitellyt  
paalit eivät vaadi  
pinnoitetta
- pyöröpaalin muoto  
itsessään korosteena



POHJA

**LTT-Group Oy**

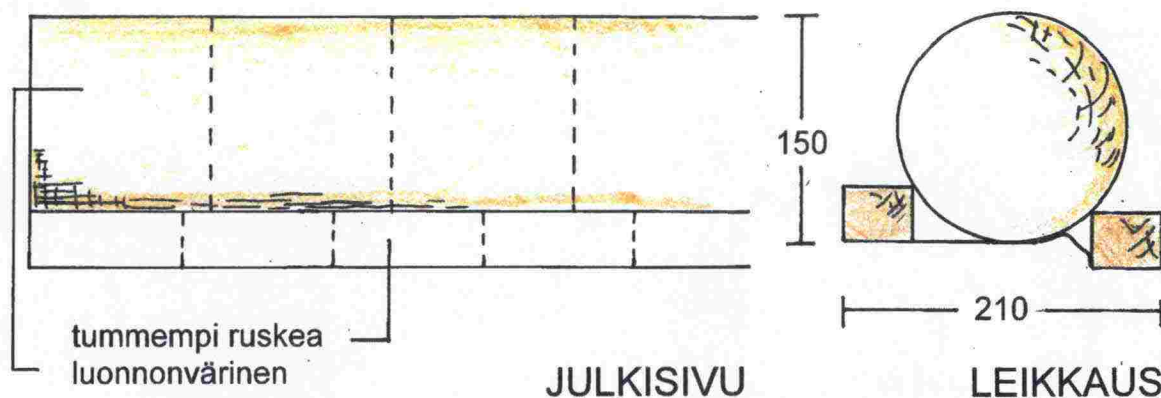
Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
 puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
 eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

malli nro 208

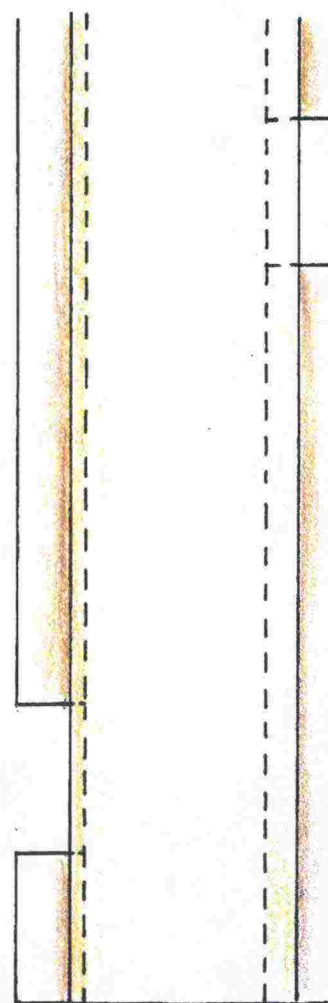
1:50

**PYÖRÖ- JA KANTTIPAALIVALLI  
(VE 5A)**





- pyöröpaalit  
esim.  $\varnothing$  150, lev 120  
kantipaalit  
esim. 36 x 46 x 100
- lahoamattomaksi käsitellyt  
paalit eivät vaadi  
pinnoitetta
- selkeälinjainen valli
- alaosan kantipaaliriviä  
voidaan katkaista  
korosteena



POHJA

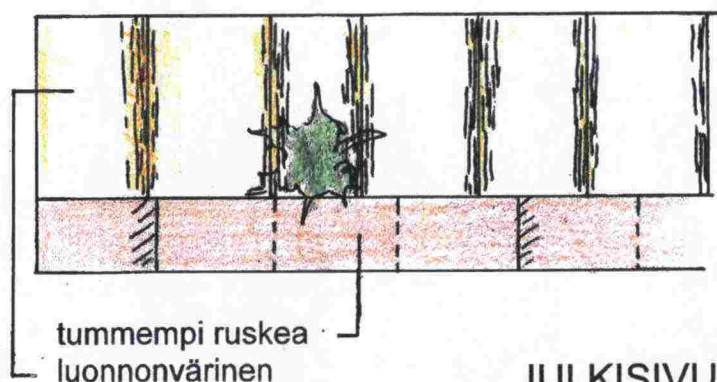
**LTT-Group Oy**

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

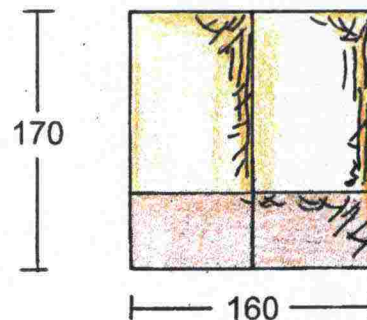
malli nro 208

1:50

**PYÖRÖ- JA KANTTIPAALIVALLI  
(VE 5B)**

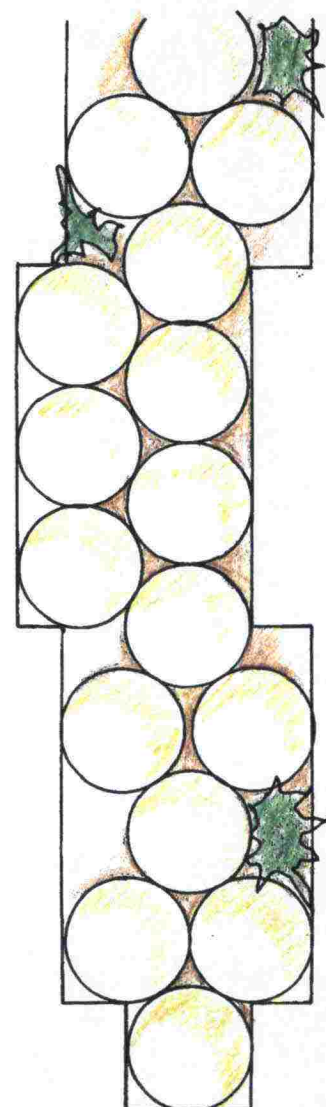


JULKISIVU



LEIKKAUS

- pyöröpaalit  
esim.  $\varnothing$  80, lev 120  
kanttpaalit  
esim. 50 x 80 x 160
- lahoamattomaksi käsitellyt  
paalit eivät vaadi  
pinnoitetta
- istutukset pyöröpaalien  
lomassa korosteina
- jalustan korkeudella  
voidaan säädellä koko  
vallin korkeutta



POHJA

**LTT-Group Oy**

Lapinniemi Center, Käpytie 6, 33180 Tampere  
puh. (931) 2484 111, fax (931) 2484 222  
eMail: lttgroup@sci.fi  
<http://www.tradepoint.fi/ads/lttgroup/>

**PYÖRÖ- JA KANTTIPAALIVALLI  
(VE 5C)**

malli nro 208

1:50



Tielaitos  
Uudenmaan tiepiiri